

# **KAPASITAS INDEKS LAHAN TERBAKAR *NORMALIZED BURN RATIO* (NBR) DAN *NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX* (NDVI) DALAM MENGIDENTIFIKASI BEKAS LAHAN TERBAKAR BERDASARKAN DATA SPOT-4**

## ***Usage Of Spot-4, Normalized Burn Ratio(Nbr) And Normalized Difference Vegetation Index(Ndvi) To Identify Burnt Area***

**Parwati<sup>\*)</sup>, Any Zubaidah, Yenni Vetrita, Fajar Yulianto, Kusumaning Ayu DS, M. Rokhis Khomarudin**

Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh  
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)  
Jl. LAPAN No.70 Pekayon Pasar Rebo Jakarta Timur  
Email: parwati\_s@yahoo.com

Diterima (received): 09-04-2012, disetujui untuk publikasi (accepted): 18-05- 2012

### **ABSTRAK**

Pada penelitian ini, kapasitas indeks Difference Normalized Burn Ratio (dNBR) dan indeks Difference Normalized Vegetation Index (dNDVI) sebagai indeks lahan terbakar telah dianalisis untuk mengidentifikasi lahan bekas terbakar di wilayah Provinsi Riau berdasarkan data SPOT-4. Baik dNBR maupun dNDVI merupakan selisih antara indeks NBR atau NDVI sebelum terjadi kebakaran (pre-fire) dengan sesudah terjadi kebakaran (post-fire). Data time-series SPOT-4 yang digunakan adalah periode Juli 2009, Oktober 2010, Maret 2011, Juni 2011 dan Juli 2011. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai ekstraksi NDVI atau NBR pada kondisi pre-fire mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan pada kondisi post-fire. Umumnya hal tersebut menunjukkan adanya perubahan dari tingkat kehijauan vegetasi yang tinggi menjadi rendah. Berdasarkan hasil verifikasi di lapangan (Agustus 2011), ternyata pada lahan bekas terbakar indeks dNBR (0.42) menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan dNDVI (0.19). Sementara di lokasi pembukaan lahan/hutan tanpa membakar, indeks dNDVI (0.53) lebih tinggi dibandingkan dNBR (0.05). Hal tersebut membuktikan bahwa indeks dNBR sangat sensitif dalam mengidentifikasi lahan bekas terbakar yang mengandalkan spektrum radiasi Shortwave Infrared (SWIR) yang peka terhadap rendahnya kadar air di lahan bekas terbakar. Sementara indeks dNDVI lebih cocok digunakan untuk mendeteksi perubahan lahan dari vegetasi ke non vegetasi tanpa membakar.

**Kata Kunci :** SPOT-4, lahan bekas terbakar, dNBR, dNDVI, Riau

### **ABSTRACT**

In this study, Difference Normalized Burn Ratio (dNBR) and Difference Normalized Vegetation Index (dNDVI) derived from SPOT-4 images were analyzed for identifying burn scar in Riau Province. The dNBR and dNDVI are the differences between NBR or NDVI in pre-fire condition and in post-fire condition. The time-series SPOT-4 images used in this study have acquisition month on July 2009, October 2010, March 2011, June 2011, and July 2011. Results show that both NDVI and NBR have higher values in pre-fire rather than in post-fire condition. Generally, it shows the change in green vegetation level from high in vegetation cover to lower level in burnt area. However, by referring to field survey data (August 2011), the dNBR (0.42) shows higher value than the dNDVI (0.19) in burnt area. The indices were also applied in opened land/forest without burning activity which showed higher dNDVI (0.53) values rather than dNBR (0.05). Therefore, it has been proved that the dNBR index is more suitable to identify burnt area which has Shortwave Infrared (SWIR) spectrum that is more sensitive to moisture content in burnt area. Meanwhile the dNDVI could be used to identify forest changes to non forest cover without burning activity.

**Key Words :** SPOT-4, burn scar, dNBR, dNDVI, Riau

## PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan yang terjadi setiap tahun sering menjadi pusat perhatian dunia karena luasan hutan tropis Indonesia menduduki peringkat ketiga terluas dunia setelah Brasil dan Republik Demokrasi Kongo, dan menjadi isu pemanasan global yang perlu diperhatikan. Kebakaran hutan di P. Sumatera setidaknya telah terjadi sejak tahun 1960, sedangkan kebakaran di Kalimantan mulai sering terjadi sejak tahun 1980. Keduanya dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penduduk yang makin pesat sejak tahun-tahun tersebut serta adanya perubahan pemanfaatan lahan untuk hutan tanaman, perkebunan dan industri pertanian lain (Van der Werf, 2009, Dwyer et al. 1999).

Kerugian yang ditimbulkan akibat kebakaran hutan/lahan secara langsung adalah terhadap luas lahan yang terbakar berikut dengan obyek-obyek di atasnya (tanaman dan kayu). Selain itu kebakaran hutan/lahan juga mengakibatkan gangguan asap kebakaran yang menghambat aktivitas manusia sehari-hari seperti di bidang transportasi, kegiatan perdagangan, dan gangguan kesehatan terutama ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Atas). Efek gangguan asap kebakaran hutan/lahan ini sering terjadi sampai lintas batas negara tetangga, sehingga Indonesia sering mendapat teguran dari negara tetangga (Singapura dan Malaysia). Dampak lain dalam jangka panjang akibat kebakaran hutan/lahan adalah terjadinya degradasi lahan dan menurunnya kualitas lingkungan.

Mengingat sedemikian seriusnya dampak-dampak yang ditimbulkan oleh kebakaran

hutan/lahan maka diperlukan upaya-upaya untuk penanggulangannya. Upaya-upaya penanggulangan dampak bencana alam ini meliputi penanganan sebelum kejadian, pada saat kejadian dan pasca terjadinya kebakaran hutan dan lahan. Peranan riset dan teknologi sangat diperlukan untuk mendukung kegiatan penanggulangan tersebut. Salah satu bentuk teknologi yang dapat diaplikasikan untuk mendukung kegiatan penanggulangan kebakaran hutan/lahan adalah teknologi satelit penginderaan jauh.

Sejauh ini penelitian mengenai deteksi lahan terbakar telah banyak dilakukan di dunia dengan menggunakan data satelit penginderaan jauh resolusi spasial rendah hingga menengah seperti data MODIS (Martín *et al*, 2002; Roy *et al*, 2002; Sá *et al*, 2003; Chuvieco *et al*, 2005), NOAA-AVHRR (Barbosa *et al*, 1998; Roy *et al*, 1999; Fuller and Fulk 2001; Nielsen *et al*, 2002), SPOT VEGETATION (Stroppiana *et al*, 2002; Silva *et al*, 2004). Namun perlu diketahui bahwa data resolusi rendah dan menengah tidak dapat mendeteksi dengan baik pada luasan lahan terbakar yang kurang dari 25 ha (Miettinen, 2007).

Secara umum, indeks Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) yang mengkombinasi spektral merah (red) dan (infrared) merupakan indeks yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi bekas lahan terbakar (Viedma *et al*, 1997; Pereira 1999; Chuvieco *et al*, 2002). Sementara itu, perkembangan dari sisi metode identifikasi lahan/hutan terbakar telah banyak dilakukan diantaranya melalui metode *single band* (Near IR, Mid IR, Brightness temperature thermal spectral), *band ratios*, indeks vegetasi

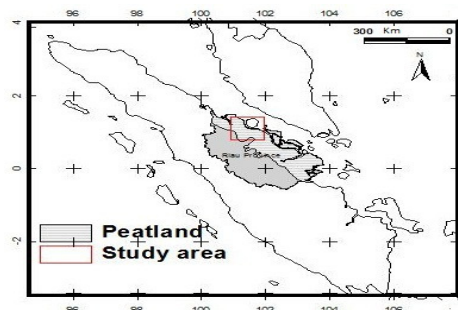
melalui metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Burn Ratio* (NBR), *Soil-Adjusted Vegetation Index* (SAVI), *Modified Soil-Adjusted Vegetation Index* (MSAVI), dan multivariate component (*Principle Component Analysis*, *Tasseled Cap-greenness*, *Tasseled Cap-wetness*) (Eptinga *et al*, 2005; Cocke, 2005; Escuin, 2007). Indeks-indeks tersebut dibandingkan dengan perhitungan data lapangan dengan metode *Composite Burn Index* (CBI). Hasilnya menunjukkan bahwa indeks NBR yang menggunakan spektral NIR dan SWIR mempunyai korelasi yang tinggi terhadap data lapangan (CBI) terutama di vegetasi hutan dibandingkan dengan indeks lainnya. Penggunaan spektral radiasi *Near Infrared* (NIR) dan *Shortwave Infrared* (SWIR) yang sangat baik untuk memisahkan lahan terbakar dan tidak terbakar. Penurunan kanopi pohon dan kadar air setelah terjadinya kebakaran dapat direspon secara baik oleh spektrum SWIR yang semakin meningkat refleksinya (Key and Benson, 1999; Chuvieco, 1997 dalam Escuin *et al*, 2007).

SPOT yang memiliki karakteristik spektral (NIR, SWIR) dan resolusi spasial yang tinggi, diyakini dapat memberikan nilai lebih untuk mendeteksi lahan bekas terbakar secara lebih detail. Oleh karena itu, pada penelitian ini kegiatan penelitian deteksi lahan terbakar menggunakan data SPOT dilakukan dengan mengaplikasikan indeks NBR. Hal ini untuk mengetahui apakah indeks tersebut cocok digunakan untuk mengidentifikasi bekas lahan terbakar di Indonesia. Sebagai pembandingan pada penelitian ini juga juga diaplikasikan indeks NDVI yang terkenal sebagai indeks yang paling umum

digunakan oleh praktisi penginderaan jauh dalam mengetahui bekas lahan terbakar di suatu lahan.

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di wilayah Provinsi Riau yang merupakan salah satu provinsi yang rawan terhadap kebakaran hutan. Secara umum kondisi Kebakaran hutan di Daerah Riau beriklim tropis basah dengan rata-rata curah hujan berkisar antara 1000 – 3000 mm per tahun yang dipengaruhi oleh musim kemarau dan musim hujan. Berkaitan dengan kebakaran hutan, puncak musim kering biasanya terjadi pada bulan Februari/Maret dan Juli/Agustus. Secara umum topografi Provinsi Riau merupakan daerah dataran rendah dan agak bergelombang dengan ketinggian pada beberapa kota yang terdapat di wilayah Provinsi Riau antara 2 – 91 m diatas permukaan laut. Kabupaten Bengkalis merupakan kota yang paling rendah, yaitu berada 2 meter dari permukaan laut, sedangkan Kota Pasir Pengaraian berada 91 m dari permukaan laut. Kebanyakan kota di Provinsi Riau berada dibawah 10 meter di atas permukaan laut, seperti Rengat, Tembilahan, Siak, Bengkalis, Bagan Siapi-api dan Dumai ([www.riau.go.id](http://www.riau.go.id)).



**Gambar 1.** Studi area di Lahan Gambut Provinsi Riau

Provinsi Riau mempunyai luas lahan gambut yang cukup signifikan yaitu lebih dari 50% (Laumonier, 1997 dalam Miettinen 2007). Secara umum diketahui bahwa lahan gambut rentan terhadap kebakaran terutama pada saat musim kemarau, dimana kadar air pada gambut menurun. Pada penelitian ini lokasi studi berada di wilayah gambut yaitu di wilayah Dumai (Gambar 1).

### Karakteristik Data SPOT-4

SPOT singkatan dari *Système Pour l'Observation de la Terre*. SPOT-1 diluncurkan pada tahun 1986. SPOT dimiliki oleh konsorsium yang terdiri dari Pemerintah Prancis, Swedia dan Belgia. SPOT pertama kali beroperasi dengan pushbroom sensor CCD dengan kemampuan *off-track viewing* di ruang angkasa.

Saat itu, resolusi spasial 10 m untuk pankromatik tidak dapat ditiru. Pada Maret 1998 sebuah kemajuan signifikan SPOT-4 diluncurkan: sensor HRVIR mempunyai 4 disamping 3 band dan instrument VEGETATION ditambahkan. VEGETATION didesain untuk hampir tiap hari dan akurat untuk monitoring bumi secara global (Astrium, 2012).

### Sensor HRVIR

Sensor HRVIR sangat mirip dengan sensor HRV dari generasi sebelumnya (resolusi spasial yang sama dan kemungkinan orientasi cermin. Namun, mereka berbeda dengan adanya sebuah band spektral tambahan di tengah-band inframerah; dan band pankromatik (0,51-0,73 mm) digantikan oleh B2 (0,61-0,68 m), yang dapat berfungsi sama baiknya pada resolusi 10 m dan 20 m.

SPOT merupakan sistem satelit observasi bumi yang mencitra secara optis dengan resolusi tinggi dan dioperasikan di luar angkasa. Sistem satelit SPOT terdiri dari serangkaian satelit dan stasiun pengontrol dengan cakupan kepentingan yaitu, kontrol dan pemrograman satelit, produksi citra, dan distribusinya. Secara spektral kanal-kanal pada SPOT-4 HRVIR sensor dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada penelitian ini digunakan data SPOT-4 yang diakuisisi stasiun bumi LAPAN Pare-pare untuk wilayah Riau (tahun 2009 – 2011). Daftar data SPOT-4 yang diolah pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Kanal spektral SPOT-4 HRVIR

Mode	Band	Spektral band (µm)	Resolution
Multi-spektral	B1 (gren)	0,50 - 0,59	20m <sup>2</sup>
	B2 (red)	0,61 - 0,68	20m <sup>2</sup>
	B3 (NIR)	0,79 - 0,89	20m <sup>2</sup>
	MIR	1,58 - 1,75	20m <sup>2</sup>
M – mono spektral	PAN	0,61 - 0,68	10m <sup>2</sup>

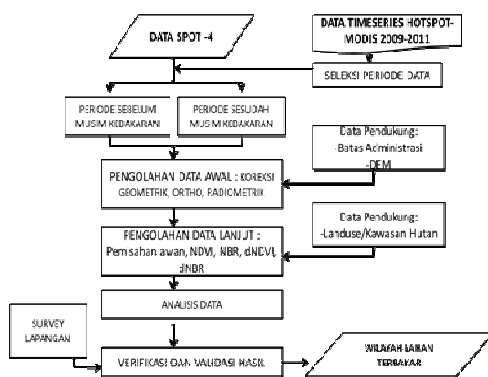
**Tabel 2.** Daftar data SPOT-4 yang digunakan pada penelitian.

Path/ Row	2009	2010-2011	Wilayah
270/ 347	20090703	20101016	Dumai
		20110330	
	20091125	20110627	
		20110728	
270/ 348	20090501	20110330	Dumai dan Siak
	20101016	20110627	
	20101020		
271/ 350	20090527	20110415	Pelalawan
	20090703	20110818	
272/ 350	-	20110507 20110724	Pelalawan

Selain itu, data pendukung yang digunakan adalah Hotspot MODIS periode 2009-2011 wilayah Riau, Data *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM 90 m, dan Peta Batas Administrasi Riau (BAKOSURTANAL).

## METODOLOGI

Tahapan pengolahan data dan analisis secara umum dapat dilihat pada Gambar 2. Data SPOT-4 yang digunakan pada penelitian ini terlebih dahulu diseleksi periode datanya berdasarkan data *timeseries* hotspot sehingga diperoleh periode data sebelum musim kebakaran dan sesudah kebakaran. Setelah itu dilakukan proses koreksi radiometrik, geometrik, dan orthorektifikasi. Pada pengolahan lanjut dilakukan pemisahan awan, dan perhitungan indeks NBR, dNBR, NDVI, dNDVI. Hasil perhitungan dNBR dan dNDVI secara spasial diverifikasi melalui survey lapangan. Kemudian dilakukan ekstraksi indeks berdasarkan lokasi kebakaran yang diperoleh dari survey lapangan. Validasi hasil kemudian dilakukan untuk mendapatkan wilayah lahan terbakar yang telah terverifikasi.



**Gambar 2.** Diagram alir pengolahan dan analisis data.

Secara detail pengolahan dan analisis data yang dilakukan diuraikan sebagai berikut:

## Pengolahan Awal Data Satelit

Pengolahan awal data SPOT-4 meliputi kegiatan koreksi geometrik, orthorektifikasi, dan radiometrik. Koreksi geometrik dapat dilakukan dengan cara rektifikasi yang merupakan proses untuk memproyeksikan citra ke bidang datar dengan sistem proyeksi peta yang digunakan dan mempunyai orientasi arah yang benar. Pada proses rektifikasi hal utama yang dilakukan adalah merelokasi setiap pixel dalam suatu citra input ( $x'$ ,  $y'$ ) pada posisi tertentu di citra output ( $x$ ,  $y$ ) yang telah terkoreksi dengan melakukan transformasi koordinat. Sementara itu, koreksi orthorektifikasi adalah proses memposisikan kembali citra sesuai lokasi sebenarnya, dikarenakan pada saat pengambilan data terjadi pergeseran (*displacement*) yang diakibatkan posisi miring pada satelit dan variasi topografi. Pada prinsipnya, orthorektifikasi sama dengan rektifikasi. Hanya saja metode ini digunakan untuk daerah yang mempunyai tekstur ketinggian bervariasi, dan dalam pemrosesannya dibutuhkan data DEM. Selanjutnya, koreksi radiometri ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama, seperti lokasi matahari, sinar jalan, penyerapan gas, hamburan aerosol di atmosfer, dan sebagainya. Koreksi radiometrik dapat dilakukan dengan cara mengkonversi nilai angka ke dalam nilai reflektansi.

Berikut langkah-langkah untuk mendapatkan nilai reflektansi dari suatu pixel yang diperoleh dengan mengkonversi nilai digitalnya.

#### 1.1. Konversi nilai digital ke spektral radiansi

Rumus Umum:

$$L = \frac{(DN/A) + B}{\dots\dots\dots(1)}$$

Keterangan:

L = Spektral radiansi ( $W/m^2/sr/\mu m$ )

DN = Digital number (nilai digital)  
data SPOT level 2A

A = Nilai *absolute calibration gain*

B = Nilai *absolute calibration offset*

A,B = dapat dilihat pada header file

#### 1.2. Konversi nilai spektral radiansi ke reflektans

Rumus Umum:

$$\rho = \frac{\pi d^2 L}{ESUN \cos \theta} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

$\rho$  = Reflektan (nilai 0-1)

$n = 3.14152$

d = Jarak matahari-bumi (Earth-Sun distance) =  $(1 - 0.01674 \cos(0.9856(\text{Juliandate} - 4)))^2$

L = Spektral radiansi

ESUN = Mean solar exoatmospheric irradiance (Tabel 3)

$\theta$  = Sun zenith angle in radian

**Tabel 3.** *Solar equivalent irradiances* pada instrument SPOT (HRVIR2)

Spektral band	ESUN ( $W/m^2/\mu m$ )
P/M (Panchromatic)	1586
XS1 (Green)	1851
XS2 (Red)	2586
XS3 (NIR)	1054
XS4 (SWIR)	240

## Pengolahan Lanjut Data Satelit

### Pemisahan Awan

Pada data satelit optis seperti SPOT-4 liputan awan menjadi kendala dalam memperoleh informasi dari satelit di wilayah Indonesia, terlebih di wilayah kebakaran hutan seperti Riau, data citra satelit terkadang tertutup oleh awan serta kabut asap kebakaran. Oleh karenanya perlu dilakukan pemisahan awan pada pengolahan citra SPOT-4. Metode yang diterapkan untuk pemisahan awan serta kabut asap adalah dengan menentukan nilai *threshold* pada kanal-kanal SPOT-4 meliputi kanal visible (Green, Red), NIR, dan SWIR, kemudian memilih kanal yang lebih baik dalam memisahkan awan/asap pada setiap perekaman data yang digunakan. Nilai *threshold* pada setiap tanggal perekaman mempunyai nilai yang berbeda karena kondisi keawanan dan kabut asap sangat bervariasi setiap harinya.

### Pengolahan Indeks NBR dan NDVI

Rumus umum yang digunakan untuk mendapatkan NBR (Key and Benson, 1999) dan NDVI (Huete *et al*, 2002) adalah sebagai berikut:

$$NBR = (\rho_{nir} - \rho_{swir}) / (\rho_{nir} + \rho_{swir}) \dots\dots\dots(3)$$

$$NDVI = (\rho_{nir} - \rho_{red}) / (\rho_{nir} + \rho_{red}) \dots\dots\dots(4)$$

dimana,

$\rho_{nir}$  : reflektansi kanal3 (XS3)SPOT-4

$\rho_{swir}$ : reflektansi kanal4 (XS4) SPOT-4

$\rho_{nir}$  = reflektansi kanal3 (XS3) SPOT-4

$\rho_{red}$  = reflektansi kanal 2 (XS2) SPOT-4

### Pemisahan Lahan Terbakar dan Lahan Non Terbakar

Pemisahan Lahan terbakar dan tidak terbakar (Key and Benson, 1999; Viedma *et al*, 1997):

$$dNBR = NBR_{\text{sebelum terbakar (pre-fire)}} - NBR_{\text{sesudah terbakar (post-fire)}} \dots \dots \dots (5)$$

$$dNDVI = NDVI_{\text{sebelum terbakar (pre-fire)}} - NDVI_{\text{sesudah terbakar (post-fire)}} \dots \dots \dots (6)$$

Asumsi yang digunakan : suatu lahan terbakar akan mempunyai Indeks vegetasi sebelum terbakar yang lebih tinggi dibandingkan sesudah kebakaran, sehingga selisih (delta) indeksnya positif (dNBR atau dNDVI positif).

### Analisis dan Interpretasi Lahan Terbakar

Pada tahap ini dilakukan seleksi nilai selisih indeks yang positif yang merepresentasikan adanya perubahan lahan dari vegetasi ke non vegetasi. Analisis bekas lahan terbakar akan dilakukan dengan mencari threshold nilai selisih indeks dengan acuan lokasi hasil verifikasi di lapangan.

### Verifikasi dan Survey Lapangan

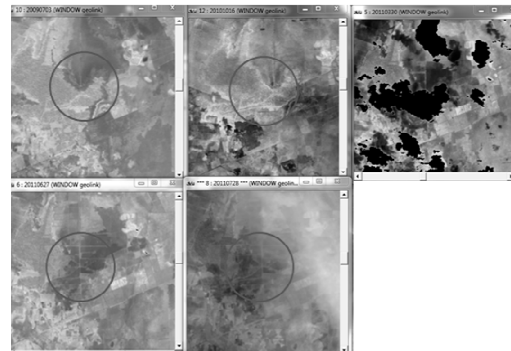
Survey lapangan dilakukan pada tanggal 18-23 Agustus 2011 di wilayah Provinsi Riau bersama dengan Badan Lingkungan Hidup (BLH) Provinsi Riau dan BLHD Kabupaten Pelalawan.

### Validasi Hasil

Validasi dilakukan berdasarkan hasil verifikasi di lapangan. Lokasi lahan bekas kebakaran yang ditemukan di lapangan dijadikan acuan *sample area* untuk ekstraksi nilai reflektansi kanal-kanal dan indeks lahan terbakar yang dihasilkan dari SPOT-4. Perhitungan statistik pada *sample area* dilakukan untuk mengetahui nilai rata-rata indeks. Nilai *threshold* dNBR dan dNDVI ditentukan berdasarkan hasil verifikasi lapangan dan digunakan untuk meminimalisir kesalahan hasil

identifikasi lahan bekas terbakar dari indeks dNBR dan dNDVI.

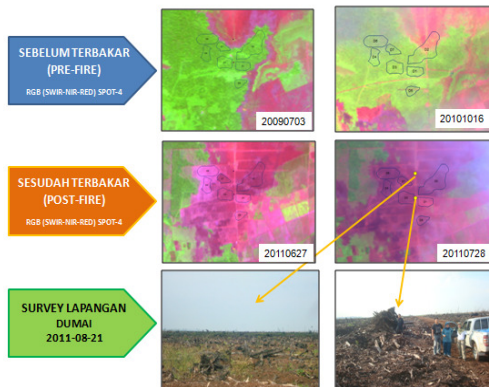
### Hasil dan Pembahasan



**Gambar 3.** Citra komposit RGB SPOT-4 di lokasi bekas lahan terbakar, Dumai periode tanggal 03-07-2009, 16-10-2010, 30-03-2011, 27-06-2011, dan 28-07-2011 (dari kiri atas ke kanan bawah).

Pada Gambar 3 ditunjukkan hasil citra komposit RGB SPOT-4 secara time series mulai tahun 2009 hingga 2011 di wilayah Bukit Kapur Dumai. Berdasarkan analisa visual dari time series RGB dapat ditunjukkan adanya perubahan penggunaan lahan dari vegetasi ke lahan terbuka dari periode 03-07-2009 hingga 28-07-2011 di wilayah yang ditandai dengan lingkaran biru.

Berdasarkan time series RGB SPOT-4 pada Gambar 3 di atas, maka dapat dilakukan pemilihan sebagai acuan untuk data sebelum kejadian kebakaran atau lahan masih bervegetasi yaitu tanggal 03-07-2009 dan 16-10-2010, serta data sesudah kejadian kebakaran yaitu tanggal 27-06-2011, dan 28-07-2011. Ilustrasi pasangan data sebelum dan sesudah kebakaran serta kondisi di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.



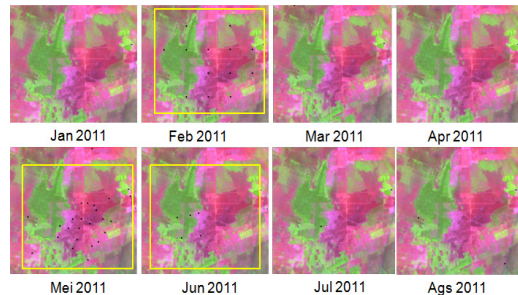
**Gambar 4.** Kondisi lahan sebelum kebakaran dan sesudah kebakaran dari data SPOT-4 serta hasil foto survey lapangan di wilayah Dumai.

Selanjutnya untuk mengetahui kondisi hotspot pada tahun 2011 di lokasi penelitian maka pada Gambar 5 ditunjukkan hasil plot hotspot setiap bulan dari Januari – Agustus 2011 dimana pada bulan Februari, Mei, Juni 2011 di lokasi penelitian yang ditandai dengan poligon berwarna kuning terdapat distribusi hotspot dari data MODIS Terra. Sehingga pada periode tersebut merupakan periode kebakaran hutan/lahan di sekitar lokasi penelitian.

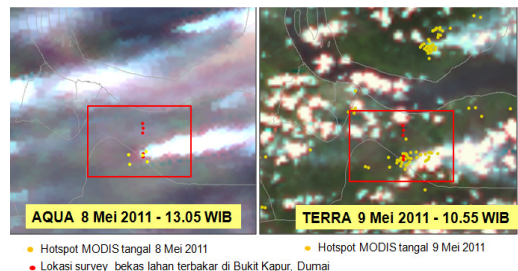
Adanya kebakaran hutan/lahan pada bulan Mei 2011 diperkuat dengan hasil analisis citra MODIS harian, dimana ternyata pada tanggal 8-11 Mei 2011 terdapat hotspot di lokasi yang banyak pada periode tersebut. Secara visual kondisi penutup lahan serta asap kebakaran dapat dilihat pada citra MODIS Aqua (8 Mei 2011) dan MODIS Terra (9 Mei 2011) pada Gambar 6.

Berdasarkan kondisi hotspot dan analisis visual RGB SPOT-4 disekitar lokasi penelitian maka analisis untuk menghitung dNBR dan dNDVI dibagi menjadi 2 bagian berdasarkan data

sebelum terbakar yaitu tanggal 03-07-2009 dan 16-10-2010 terhadap data sesudah terbakar yaitu tanggal 27-06-2011 dan 28-07-2011.



**Gambar 5.** Timeseries plot hotspot MODIS di sekitar lokasi penelitian dilihat dari data bulan Januari – Agustus 2011 dioverlay dengan RGB SPOT-4 tgl 27-06-2011 (titik hitam merupakan hotspot MODIS).

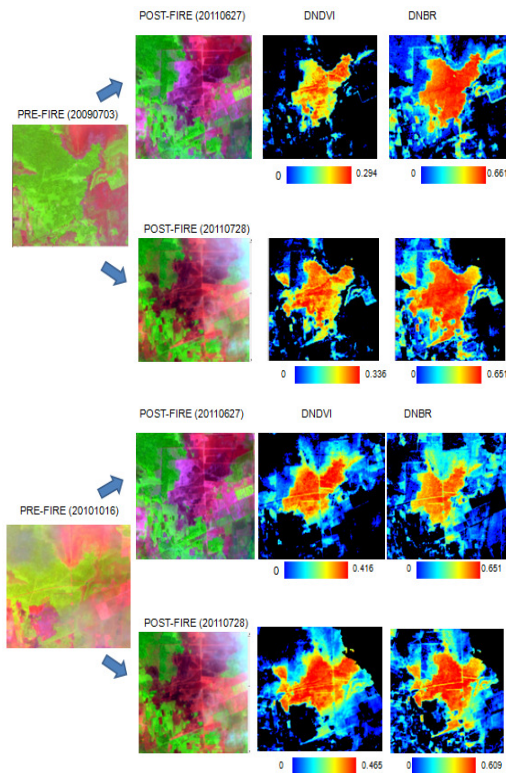


**Gambar 6.** Kondisi liputan lahan dan asap kebakaran di lokasi studi Bukit Kapur Dumai dari citra MODIS Aqua dan Terra tanggal 8-9 Mei 2011 dioverlay dengan data hotspot MODIS periode yang sama.

Adapun ilustrasi analisisnya dapat dilihat pada Gambar 7. Pada Gambar 7 warna merah pada dNBR dan dNDVI menunjukkan semakin besar selisih atau delta indeks lahan terbakar. Selain itu dari 2 ilustrasi pada Gambar 7, dapat ditunjukkan bahwa dNBR mempunyai nilai yang lebih tinggi yaitu maksimum sekitar 0.6, sedangkan dNDVI mempunyai nilai maksimum sekitar 0.4 pada lokasi bekas lahan terbakar. Hasil dNBR maupun dNDVI perlu diberikan nilai threshold



untuk memberikan informasi wilayah bekas lahan terbakar yang lebih akurat, terutama pada lahan bekas terbakar di wilayah yang ditandai berwarna merah pada citra dNBR atau dNDVI.

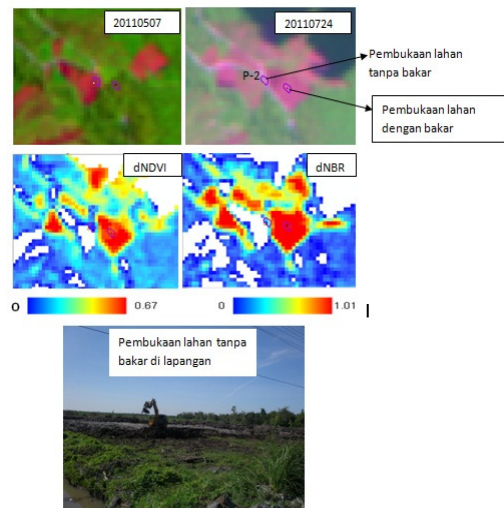


**Gambar 7.** Hasil analisis bekas lahan terbakar dari indeks dNDVI dan dNBR di lokasi Dumai.

Selain lahan bekas terbakar, pada kegiatan survey lapangan ditemukan pembukaan lahan tanpa bakar atau dengan menggunakan alat berat (buldozer) di Kecamatan Langgam Kabupaten Pelalawan. Area lahan tanpa bakar selanjutnya dianalisis berdasarkan data SPOT-4 tanggal 07-05-2011 (sebelum pembukaan lahan) dan tanggal 24-07-2011 (sesudah pembukaan lahan). Secara visual pada Gambar 8, nilai dNBR dan dNDVI pada lokasi lahan tanpa bakar mempunyai nilai yang lebih rendah

(warna biru – cyan) dibandingkan dengan lahan yang terbakar (warna merah).

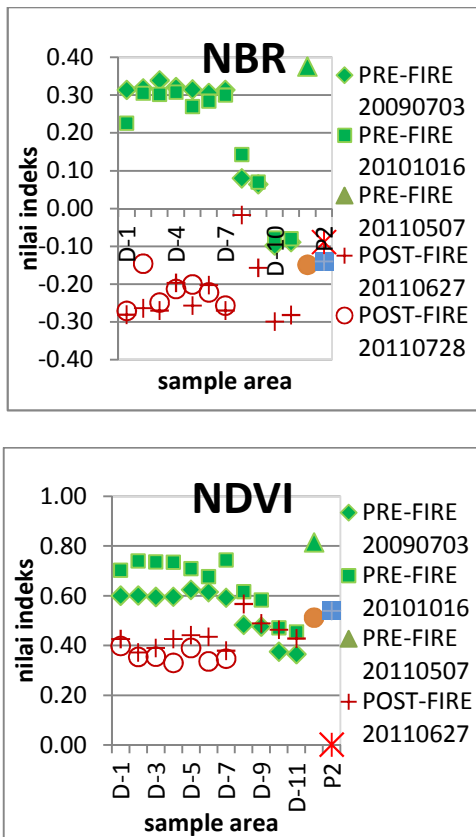
Hasil ekstraksi nilai rata-rata indeks NBR dan NDVI terhadap semua sample di Dumai (D-1, D-2, D-3, D-4, D-5, D-6 D-7) dan Pelalawan (P-1 dan P-2) secara grafik dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 8.** Lokasi lahan tanpa bakar (P-2) di wilayah Langgam Pelalawan dilihat dari data SPOT-4 tanggal 07-05-2011 dan 24-07-2011.

Sebagai catatan, sample di wilayah Dumai (D1 – D10) merupakan sample area lahan bekas terbakar, begitu pula sample di wilayah Pelalawan (P-1), sedangkan sample area P-2 di Pelalawan merupakan areal pembukaan lahan tanpa bakar. Hasil ekstraksi nilai indeks NDVI dan NBR pada sample area bekas lahan terbakar (D1-D10, P1) pada Gambar 9 menunjukkan trend yang sama, yaitu nilai ekstraksi NDVI atau NBR pada kondisi *pre-fire* mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan pada kondisi *post-fire*. Namun jika dilihat berdasarkan selisih indeks antara lahan *pre-fire* dengan lahan *post-fire*, maka indeks NBR menunjukkan selisih (delta) yang lebih tinggi dibandingkan dengan selisih yang

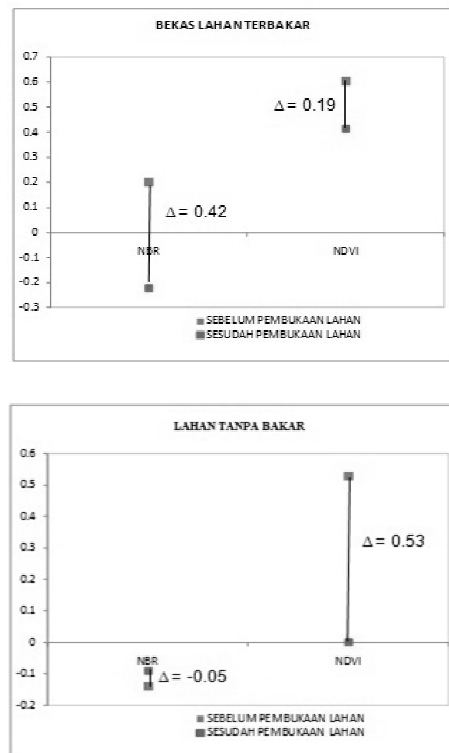
dihasilkan dari indeks NDVI. Sementara itu, pada sample P-2 (pembukaan lahan tanpa bakar) nilai selisih antara *pre-fire* dan *post-fire* pada indeks NBR lebih rendah dibandingkan dengan indeks NDVI.



**Gambar 9.** Hasil ekstraksi nilai rata-rata pada polygon sample area di Dumai dan Pelalawan terhadap indeks NBR dan NDVI.

Gambar 10 menunjukkan hasil analisis dNBR dan dNDVI di lahan bekas terbakar dan lahan tanpa bakar. Terlihat pada Gambar 10, lahan bekas terbakar dapat diidentifikasi secara baik berdasarkan metode dNBR dibandingkan metode dNDVI. Hal ini ditunjukkan dari nilai dNBR yang relatif tinggi yaitu 0.42 sehingga dNBR lebih sensitif dalam mengidentifikasi

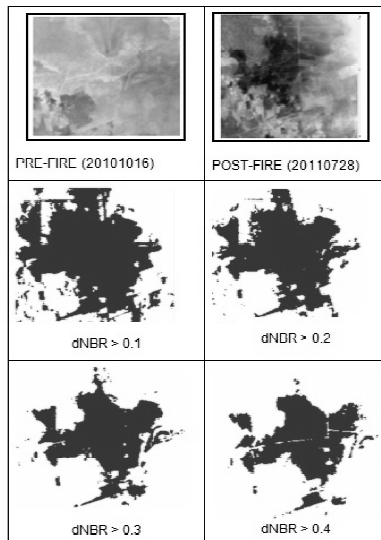
bekas lahan terbakar. Sedangkan untuk lahan tanpa bakar, metode dNDVI lebih sensitif untuk mendeteksi lahan tanpa bakar, atau dengan kata lain dNDVI lebih baik digunakan untuk mendeteksi perubahan lahan dari vegetasi ke non vegetasi tanpa membakar. Berdasarkan hasil tersebut jelas bahwa lahan bekas terbakar dapat dideteksi secara baik dengan menggunakan dNBR dibandingkan dNDVI.



**Gambar 10.** Perbandingan dNBR dan dNDVI pada lahan bekas terbakar dan lahan tanpa bakar.

Selanjutnya aplikasi model identifikasi lahan bekas terbakar pada data SPOT-4 periode tanggal 16-10-2010 dan 28-07-2011 di wilayah Dumai dilakukan berdasarkan nilai dNBR yang positif. Nilai *threshold* yang digunakan adalah 0.1, 0.2, 0.3, dan 0.4. Hasil pemetaan bekas lahan

terbakar dengan beberapa *threshold* tersebut dapat dilihat pada Gambar 11. Terlihat secara visual bahwa nilai  $\text{threshold dNBR} > 0.3$  memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan lainnya. Pengembangan penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk memperoleh nilai *threshold* melalui model matematis.



**Gambar 11.** Identifikasi lahan bekas terbakar dari dNBR di wilayah Dumai Riau.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Identifikasi lahan bekas terbakar di wilayah Provinsi Riau (Dumai dan Pelalawan) telah dilakukan berdasarkan analisis data SPOT-4 melalui indeks dNBR dan dNDVI. Nilai ekstraksi NDVI atau NBR pada kondisi *pre-fire* mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan pada kondisi *post-fire*. Pada lahan bekas terbakar, indeks dNBR menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan indeks dNDVI, sedangkan pada lahan yang dibuka tanpa membakar diperoleh nilai indeks dNBR yang lebih rendah dibandingkan dengan

dNDVI. Hal ini menunjukkan bahwa bekas lahan terbakar yang memiliki tingkat kelembaban yang lebih rendah dari lahan tanpa bakar dapat direpresentasikan secara baik melalui indeks dNBR yang menggunakan kanal SWIR yang sangat peka terhadap kondisi kadar air suatu lahan/tanaman.

## SARAN

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan terutama dalam penentuan nilai *threshold* dNBR untuk deteksi bekas lahan terbakar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan hasil kegiatan riset insentif PKPP yang dibiayai oleh Kemenristek tahun 2011. Terima kasih kami ucapkan kepada Ir. Agus Hidayat M.Sc dan Dr. Mahdi Kartasasmita atas saran dan masukan pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astrum. 2012. Technical Information about the SPOT Satellites. <http://www.astrum-geo.com/sg/3487-spot-technical-information>
- Barbosa, P.M., Pereira, J.M.C. & Grégoire, J.-M. 1998. Compositing criteria for burned area assessment using multitemporal low resolution satellite data. *Remote Sensing of Environment* 65: 38-49.
- Chuvieco, E., Martin, M.P. and Palacios, A. 2002. Assessment of different spectral indices in the red-near-infrared spectral domain for burned land discrimination. *International Journal of Remote Sensing*, 23, pp. 5103–5110.
- Chuvieco, E., Martin, M.P. and Palacios, A. 2002. Assessment of different

- spectral indices in the red-near-infrared spectral domain for burned land discrimination. *International Journal of Remote Sensing*, 23, pp. 5103–5110.
- Chuvienco, E., Ventura, G., Pilar Martín, M. & Gomez, I. 2005. Assessment of multitemporal compositing techniques of MODIS and AVHRR images for burned land mapping. *Remote Sensing of Environment* 94: 450-462.
- Cocke, A.E., P.Z Fule, and J. E.Crouse. 2005. Comparison of burn severity assessments using Differenced Normalized Burn Ratio and ground data. *International Journal of Wildland Fire*, 2005, 14, 189-198
- Dwyer, E., Pereira, J.M.C., Gregoire, J.M. & Da Camara, C.C. 1999. Characterization of the spatio-temporal patterns of global fire activity using satellite imagery for the period April 1992 to March 1993. *Journal of Biogeography* 27: 57-69.
- Eptinga, J, D. Verbyla, B. Sorbel,. 2005. Evaluation of remotely sensed indices for assessing burn severity in interior Alaska using Landsat TM and ETM+. *Remote Sensing of Environment* 96 (2005) 328 – 339.
- Escuin, R. Navarro and P.Fernandez. 2007. Fire severity assessment by using NBR (Normalized Burn Ratio) and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) derived from LANDSAT TM/ETM images. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 29, No. 4, 20 February 2008, 1053–1073.
- Fuller, D.O. & Fulk, M. 2001. Burned area in Kalimantan, Indonesia mapped with NOAA-AVHRR and Landsat TM imagery. *International Journal of Remote Sensing* 22: 691-697.
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E.P., Gao X. & Ferreira, L.G. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment* 83: 195-213.
- Key, C.H. & Benson, N.C. 1999. Measuring and remote sensing of burn severity. In: Neuenschwander, L.F. & Ryan, K.C. (Eds.). Joint Fire Science Conference and Workshop, *Proceedings Vol II*. Univ. Idaho and Int. Assoc. Wildland Fire.
- Nielsen, T.T., Mbaw, C. & Kane, R. 2002. A statistical methodology for burned area estimation using multitemporal AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing* 23: 1181-1196.
- Martín, M.P., Díaz-Delgado, R., Chuvienco, E. & Ventura, G. 2002. Burned land mapping using NOAA-AVHRR and TERRA-MODIS. In: Viegas (Ed.). *Conference proceedings: Forest fire research & wildland fire safety*. Millpress, Rotterdam.
- Miettinen, J. 2007. Burnt area mapping in insular Southeast Asia using medium resolution satellite imagery. *Academic dissertation*. Department of Forest Resource Management Faculty of Agriculture and Forestry University of Helsinki.
- Pereira, J.M. 1999. A comparative evaluation of NOAA AVHRR vegetation indices for Burned Surface Detection and Mapping. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 37, pp. 217–226.

- Roy, D.P., Giglio, L., Kendall, J.D. & Justice, C.O. 1999. Multi-temporal active-fire based burn scar detection algorithm. *International Journal of Remote Sensing* 20: 1031- 1038.
- Roy, D.P., Lewis, P. E., & Justice, C.O. 2002. Burned area mapping using Multi-temporal moderate spatial resolution data - a bi-directional reflectance model-based expectation approach. *Remote Sensing and Environment*.**83**, 263-286.
- Sá, A.C.L., Pereira, J.M.C., Vasconcelos, M.J.P., Silva, J.M.N., Ribeiro, N. & Awasse, A. 2003. Assessing the feasibility of sub-pixel burned area mapping in miombo woodlands of Northern Mozambique using MODIS imagery. *International Journal of Remote Sensing* 24: 1783-1796.
- Silva J.M.N, Cadima, J.F.C.L., Pereira, J.M.C. & Grégoire J.-M. 2004. Assessing the feasibility of a global model for multitemporal burned area mapping using SPOT-VEGETATION data. *International Journal of Remote Sensing* 25: 4889-4913.
- Stroppiana, D., Pinnock, S., Pereira, J.M.C. & Grégoire, J.-M. 2002. Radiometric analysis of SPOT-VEGETATION images for burnt area detection in Northern Australia. *Remote Sensing of Environment* 82: 21-37.
- Van der Werf. 2009. Human role in Indonesian polluting forest fires. *Majalah Nature Geoscience* (22 February 2009).
- Viedma, O., Melia, J., Segarra, D. and Garcia-Haro, J., 1997, Modeling rates of ecosystem recovery after fires using Landsat TM data. *Remote Sensing of Environment*, 61, pp. 383–398.
- Website Pemerintah Provinsi Riau. 2011. [www.riau.go.id](http://www.riau.go.id).